


Logic circuit device uses magnetoresistive element with magnetizable soft magnetic layer and selective perpendicular magnetic field for alteration of logic function

Patent number: DE10053206
Publication date: 2002-01-17
Inventor: BANGERT JOACHIM (DE); RICHTER RALF (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- international: H03K19/18; G11C11/15
- european: G11C11/15; H03K19/18
Application number: DE20001053206 20001026
Priority number(s): DE20001053206 20001026

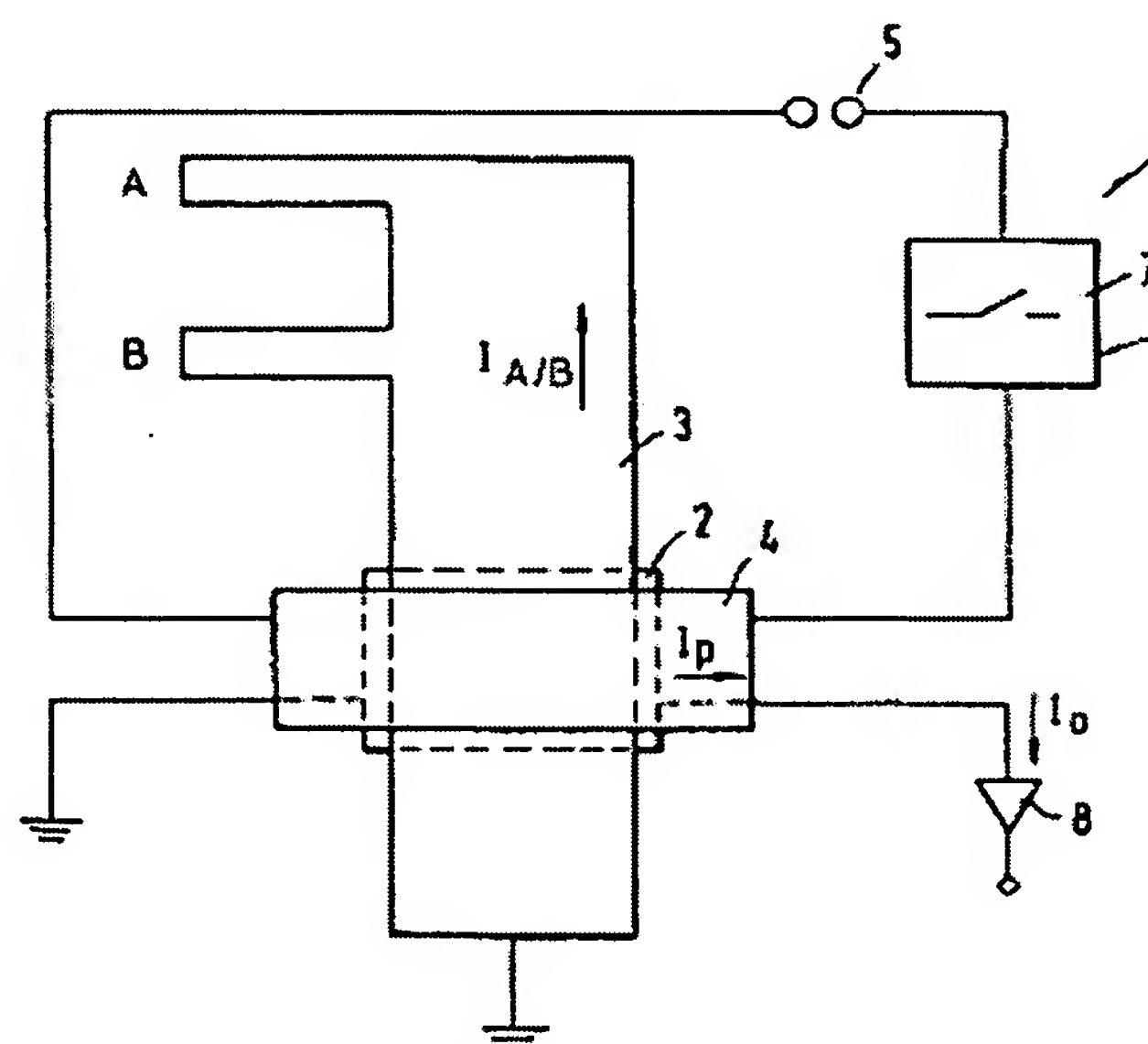
Also published as:

 WO0235704 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10053206

The logic circuit device with at least one magnetoresistive element has a current conductor (3) with at least 2 signal terminals for providing a magnetic field acting on the magnetoresistive element, for switching the magnetization of a soft-magnetic layer, with selective generation of a further magnetic field perpendicular to the magnetization of the soft magnetic layer via a second conductor (4).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

This Page Blank (uspto)

02P15698



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 100 53 206 C 1

⑤① Int. Cl.⁷:
H 03 K 19/18
G 11 C 11/15

②① Aktenzeichen: 100 53 206.3-31
②② Anmeldetag: 26. 10. 2000
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

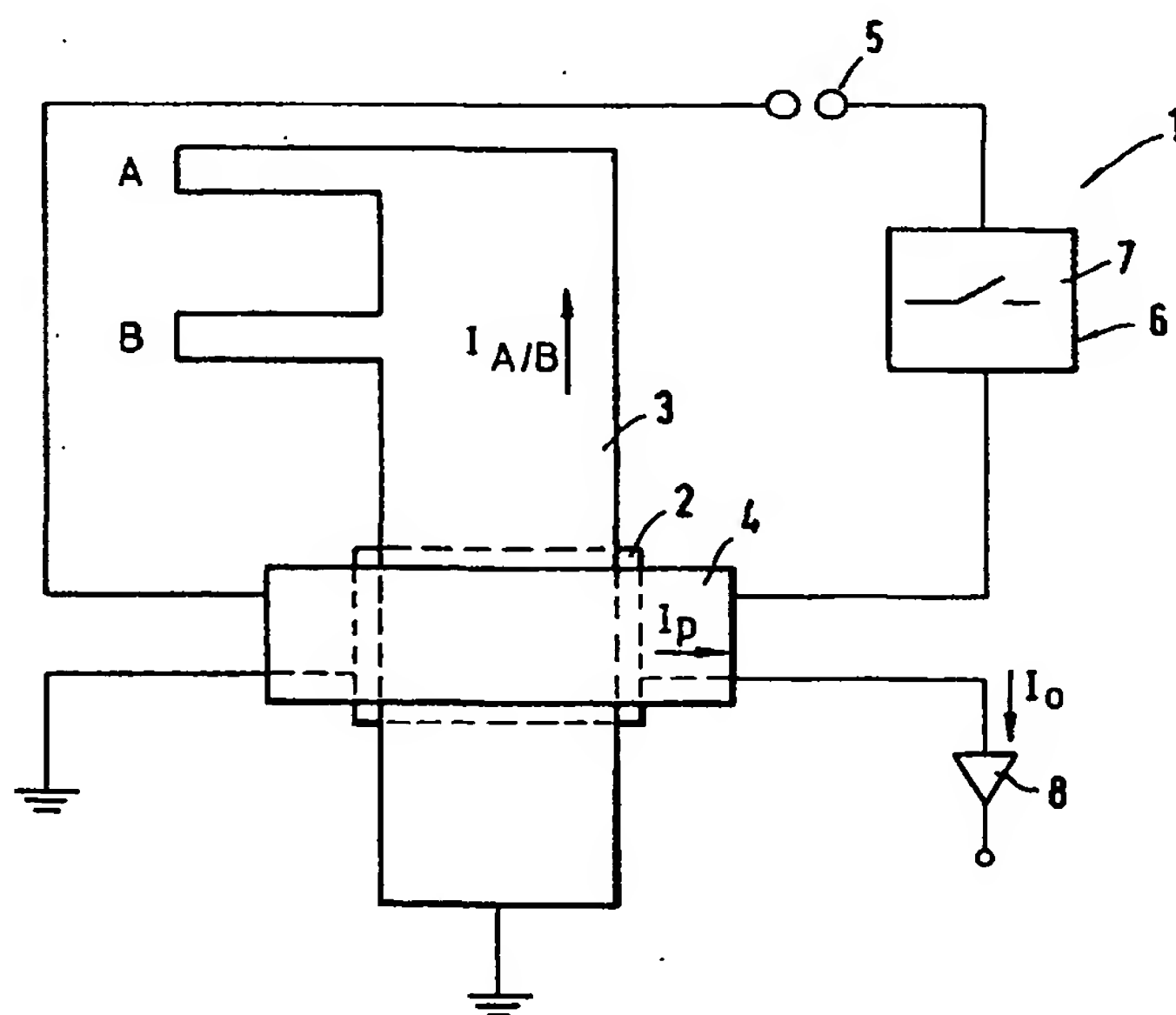
⑦② Erfinder:
Bangert, Joachim, 91052 Erlangen, DE; Richter,
Ralf, 91054 Erlangen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

JUN SHEN: Logic devices and circuits
based on giant magnetoresistance, In: IEEE
Transactions on Magnetics, Vol. 33, Nr. 6
(Nov. 1997), S. 4492-4497;
BLACK, W.C. und DAS, B.: Programmable
logic using giant-magnetoresistance
and spin-dependent tunneling devices,
In: Journal of Applied Physics, Vol. 87,
Nr. 9 (Mai 2000), S. 6674-6679;

⑤④ Logikschaltungsanordnung

⑤⑦ Logikschaltungsanordnung, mit mindestens einem
magnetoresistiven Element, dem ein Leiter mit minde-
stens zwei Signalanschlüssen zugeordnet ist, mittels dem
im stromdurchflossenen Zustand ein auf das magnetore-
sistive Element einwirkendes Magnetfeld erzeugbar ist,
mittels dem die Magnetisierung einer weichmagnetischen
Schicht des magnetoresistiven Elements umschalt-
bar ist, wobei Mittel zum bedarfsabhängigen Erzeugen ei-
nes im Wesentlichen senkrecht zur Magnetisierung der
weichmagnetischen Schicht stehenden weiteren Magnet-
felds vorgesehen sind.



DE 100 53 206 C 1

DE 100 53 206 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Logikschaltungsanordnung, mit mindestens einem magnetoresistiven Element, dem ein Leiter mit mindestens zwei Signalanschlüssen zugeordnet ist, mittels dem im stromdurchflossenen Zustand ein auf das magnetoresistive Element einwirkendes Magnetfeld erzeugbar ist, mittels dem die Magnetisierung einer weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements umschaltbar ist.

[0002] Aus der Veröffentlichung "Programmable logic using giantmagnetoresistance and spin-dependent tunneling devices (invited)" von William C. Black, Jr. and Bodhisattva Das, Journal of applied physics, Band 87, Nr. 9 vom 01.05.2000, ist eine feldprogrammierbare Logikschaltungsanordnung bekannt, welche mehrere magnetoresistive Elemente und zugeordnete Referenz-Elemente umfasst. Der Typ der Logikschaltung, ob es sich also um eine Schaltung mit einer OR-, NOR-, AND- oder NAND-Funktion handelt, wird durch entsprechende Programmierung eingestellt, wozu man sich der harten und der weichen Schicht der magnetoresistiven Elemente, also der Referenz-Schicht, bedient, an die ein entsprechender Strom angelegt wird, der zur Ausrichtung derselben dient. Die Funktionsart wird durch die jeweilige Einstellung an einem magnetoresistiven Element sowie seinem zugeordneten Referenzelement definiert.

[0003] Zum einen ist die Art der Funktionsprogrammierung aufwendig, zum anderen sind hierfür jeweils mindestens drei Elemente erforderlich, um ein Logikgrundelement zu bilden.

[0004] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine feldprogrammierbare Logikschaltung anzugeben, bei der auf einfache Weise die Funktion eingestellt werden kann und wenige magnetoresistive Elemente benötigt werden.

[0005] Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Logikschaltungsanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, das Mittel zum bedarfsabhängigen Erzeugen eines im Wesentlichen senkrecht zur Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht stehenden weiteren Magnetfelds vorgesehen sind.

[0006] Das mit den erfindungsgemäß vorgesehenen Mitteln erzeugbare Magnetfeld, das senkrecht zur Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht, die über das über den Leiter mit den Signalanschlüssen erzeugbare Feld bei hinreichend hohem Magnetfeld gedreht werden kann, steht, ist es mit besonderem Vorteil möglich, die zum Drehen bzw. Umschalten der Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht erforderliche Koerzitivfeldstärke zu verringern. Dies führt dazu, dass ein geringeres, von den über den Leiter geführten Signalströmen erzeugbares Magnetfeld zum Umschalten erforderlich ist. Der Drehprozess in der magnetischen Schicht geschieht außerdem schneller als das Umschalten bei der in der eingangs benannten Veröffentlichung beschriebenen Logikschaltungsanordnung.

[0007] Ist kein senkrecht stehendes Magnetfeld vorhanden, so ist die zum Umschalten erforderliche Koerzitivfeldstärke hoch. Um nun die Magnetisierung zu drehen, müssen über beide Signalanschlüsse Signale gegeben werden, so dass additiv ein hinreichend hoher Strom über den Leiter fließt, der ein hinreichend hohes Magnetfeld erzeugt, das eine Feldstärke besitzt, die gleich oder größer der Koerzitivfeldstärke ist. In diesem Fall ist also eine AND-Logik realisiert. Wird nun das senkrecht stehende Magnetfeld erzeugt, so verringert sich die Koerzitivfeldstärke. Zum Drehen ist es dann bereits ausreichend, wenn lediglich ein Signal und damit nur der halbe Strom über den Leiter fließt, d. h., es ist ein niedrigeres Magnetfeld zum Umschalten ausreichend. In

diesem Fall wäre eine OR-Funktion realisiert (da jedes der Signale individuell zum Schalten ausreicht).

[0008] Die Erfindung nutzt mit besonderem Vorteil die Asteroid-Schaltkurve der weichmagnetischen Schicht aus, die mit Hilfe des bedarfsabhängigen senkrechten Magnetfelds erhalten wird, um auf einfache Weise die Funktionsänderung der Logikschaltungsanordnung zu realisieren. Denn je nachdem, ob nun dieses senkrechte Magnetfeld anliegt oder nicht, ändert sich die Hysteresekurve, die das Ummagnetisierungsverhalten der weichmagnetischen Schicht beschreibt, und damit auch die Funktionsweise der Schaltungsanordnung. Damit ist auf einfache Weise ein im einfachsten Ausführungsfall lediglich ein magnetoresistives Element umfassendes Logikgrundelement realisiert, das je nach Bedarf und Anwendungsfall zwischen einer OR- und einer AND-Funktion oder – je nachdem wie die Signaleingänge und -ausgänge definiert sind bzw. die hartmagnetische Referenzschicht ausgerichtet ist – zwischen einer NOR- und einer NAND-Funktion geschaltet werden kann.

[0009] Zum Erzeugen des senkrecht stehenden Magnetfelds umfassen die Mittel vorteilhaft einen bestrombaren weiteren Leiter. Je nach gewünschter Logikfunktion wird dieser weitere Leiter bestromt oder nicht. Der weitere Leiter ist zweckmäßigerweise derart bemessen und angeordnet, dass das von ihm erzeugbare Magnetfeld im Wesentlichen homogen auf das magnetoresistive Element einwirkt, d. h., dass über die Fläche der weichmagnetischen Schicht ein im Wesentlichen homogenes Magnetfeld anliegt, so dass die Koerzitivfeldstärke gleichmäßig über die weichmagnetische Schicht verringert werden kann.

[0010] Gemäß einer zweckmäßigen Erfindungsausgestaltung kann einem oder mehreren magnetoresistiven Elementen ein magnetoresistives Referenz-Element mit eigenem zugeordneten Mittel zugeordnet sein. Dieses Referenz-Element dient ausschließlich zu Referenzzwecken, hinsichtlich der Feldprogrammierbarkeit, die allein durch den bestrombaren weiteren Leiter erzielt wird, trägt das Referenz-Element nichts bei. Gleichwohl ist ein Referenz-Element zweckmäßig, um Widerstandsvariationen auf bzw. über den Wafer auszugleichen.

[0011] Den Mitteln, also beispielsweise dem weiteren Leiter, ist zweckmäßigerweise ein Schalt- oder Steuerelement zugeordnet, über das die Erzeugung des weiteren Magnetfelds steuerbar ist. Als ein solches Schalt- oder Steuerelement kann jedes beliebige Element dienen, das es ermöglicht, dann wenn es erforderlich ist einen Strom über den Leiter, der mit einer entsprechenden Stromquelle verbunden ist, zu führen. Als ein solches Schalt- oder Steuerelement kann zweckmäßigerweise eine MRAM-Speicherzelle, also eine magnetic-random-access-memory-Zelle verwendet werden, über deren Zustand der Bestromungsbetrieb des weiteren Leiters definiert wird. Zweckmäßigerweise wird ein Schalt- oder Steuerelement mit nicht flüchtig gespeicherter Schalt- oder Steuerinformation verwendet.

[0012] Nach einer vorteilhaften Erfindungsausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Mittel zum Erzeugen eines niedrigen Bias-Magnetfelds, das im Wesentlichen kontinuierlich auf das magnetoresistive Element einwirkt, und eines höheren Magnetfelds ausgebildet ist. Das Bias-Magnetfeld erniedrigt die Koerzitivfeldstärke ebenfalls, jedoch nur gering, was dahingehend von Vorteil ist, als die Hysteresekurve "homogener" wird. Man nähert sich einem idealen Schaltverhalten, das Schalten ist schneller möglich. Das magnetoresistive Element bzw. Referenz-Element wird also etwas vorgespannt. Demgegenüber ist das Eigentliche die Funktion der Logikschaltungsanordnung definierende Magnetfeld wesentlich höher und erniedrigt die Koerzitivfeldstärke deutlich.

[0013] Zweckmäßig kann es ferner sein, wenn einem magnetoresistiven Element – gleich welcher Art – ein Verstärkerelement zugeordnet ist, um das Ausgangssignal zu verstärken, so dass es als Eingangssignal für andere Logikelemente benutzt werden kann.

[0014] Wie bereits beschrieben ermöglicht die erfindungsgemäße Logikschaltungsanordnung den Aufbau eines Logikgrundelements umfassend lediglich ein magnetoresistives Element mit zugeordnetem Leiter und weiterem Leiter, die Beordnung eines Referenz-Elements ist optional. Die Einfachheit des Aufbaus ermöglicht infolgedessen den ebenfalls einfachen und wesentlich kleineren Aufbau einer größeren Logikschaltungsanordnung, die eine Vielzahl von array-artig angeordneten magnetoresistiven Elementen, gegebenenfalls zugeordneten Referenz-Elementen, mit zugeordneten Leitern und weiteren Leitern und gegebenenfalls Verstärkerelementen umfasst. Es können also auf einfache Weise feldprogrammierbare Logikarrays gebildet werden, die zusammen mit integrierten Schaltungen eingesetzt werden können.

[0015] Als magnetoresistive Elemente bzw. Referenz-Elemente können zweckmäßigerweise GMR-(giant magnetoresistive) oder TMR-(tunneling magnetoresistive) Elemente verwendet werden.

[0016] Ferner können die Mittel erfindungsgemäß mehrere weitere dem magnetoresistiven Element zugeordnete, über- und/oder nebeneinander liegende und elektrisch voneinander isolierte Leiter umfassen, die zur Erzeugung des senkrecht wirkenden Magnetfelds gemeinsam bestromt werden.

[0017] Eine Erfindungsalternative zur Verwendung separater und elektrisch bezüglich des magnetoresistiven Elements isolierter weiterer Leiter sieht vor, dass als weitere Leiter die Stromleitungen des magnetoresistiven Elements dienen. Das magnetoresistive Element wird im Betrieb mit einem Tunnelstrom beaufschlagt. Die hierzu vorgesehenen Leitungen können zweckmäßigerweise auch als weitere Leiter zur Erzeugung dieses senkrechten Magnetfelds dienen.

[0018] Schließlich kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die hartmagnetische Referenzschicht eines magnetoresistiven Elements über das bei Bestromung des Leiters mit den Signalanschlüssen erzeugbare Feld im Bedarfsfall ummagnetisierbar ist. Dies bietet die Möglichkeit, die Grundfunktion der Logikschaltung zu ändern, die abhängig von der Ausrichtung der Magnetisierung der Referenzschicht ist. Werden also über die Signalanschlüsse hohe Ströme geführt, die natürlich deutlich höher sein müssen als die normalen Signale, da sich beim normalen Betrieb die Referenzschichtmagnetisierung natürlich nicht ändern darf, so ist es beispielsweise möglich, die Schaltungsfunktion von einer "OR"- in eine "NAND"-Funktion zu ändern.

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0020] Fig. 1 eine Prinzipskizze einer Logikschaltungsanordnung einer ersten Ausführungsform,

[0021] Fig. 2 eine Prinzipskizze einer idealisierten Schaltkurve eines magnetoresistiven Elements mit Asteroid-Schaltverhalten, und

[0022] Fig. 3 eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform einer Logikschaltungsanordnung mit Referenz-Element.

[0023] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Logikschaltungsanordnung 1 bestehend aus einem magnetoresistiven Element 2, beispielsweise einem GMR- oder einem TMR-Element. Dieses magnetoresistive Element ist über geeignete Zuleitungen mit einem Messstrom I_0 bestrombar, wobei

die Größe der abgreifbaren Messspannungen abhängig davon ist, wie die Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements zur Magnetisierung der hartmagnetischen Referenzschicht steht. Die Grundfunktion eines GMR- oder TMR-Elements ist hinreichend bekannt, auf sie muss hier nicht näher eingegangen werden.

[0024] Elektrisch isoliert verläuft quer über dem magnetoresistiven Element 2 ein ebenfalls bestrombarer Leiter 3, der im bestromten Zustand ein Magnetfeld am Ort der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements 2 erzeugt. Der Strom $I_{A/B}$ im Leiter 3 addiert sich aus den Einzelströmen der beiden Logikeingänge A und B, an die entsprechende Logiksignale gelegt werden können. Der Spannungsabfall U über dem magnetoresistiven Element ist der logische Ausgang.

[0025] Der Strom-Spannungsverlauf eines magnetoresistiven Elements 2 folgt direkt aus der Hysteresekurve der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements und nimmt im Idealfall bei konstantem I_0 zwei diskrete Werte an, die zur Definition einer logischen "0" (U_0) und einer logischen "1" (U_1) dienen. Das Grundprinzip bzw. der prinzipielle Verlauf ist in Fig. 2 anhand der ausgezogenen Hysteresekurve dargestellt.

[0026] Zwei diskrete Stromwerte der Logikeingänge A und B werden als logische "1" ($I(1)$) und logische "0" ($I(0)$) definiert. Je nachdem, bei welchen Stromkombinationen bzw. den sich daraus ergebenden Strömen und damit Magnetfeldern über dem magnetoresistiven Element 2 die Ummagnetisierung der weichmagnetischen Schicht und damit die Änderung der Spannung U von logischer "0" nach logischer "1" schaltet, definiert sich die Logikschaltung als OR-, NOR-, AND- oder NAND-Funktion.

[0027] Sind $I(0)$, $I(1)$, $U(0)$ und $U(1)$ einmal global festgelegt, dann definiert das Schaltverhalten und dabei konkret die Koerzitivfeldstärke H_c der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements 2 die Funktion der logischen Schaltung. Ist H_c klein, so dass bereits eine logische "1" an einem der Eingänge A, B genügt, um von $U(0)$ nach $U(1)$ zu schalten, so liegt eine OR-Funktion vor (schaltet das Element von $U(1)$ nach $U(0)$, so liegt eine NOR-Funktion vor). Ist H_c so groß, dass an beiden logischen Eingängen eine logische "1" anliegen muss, damit das über den Leiter 3 erzeugte Magnetfeld hinreichend groß ist, damit das magnetoresistive Element 2 ummagnetisiert und damit die Spannung schaltet, so liegt eine AND-Funktion vor (und entsprechend bei einem Umschalten von $U(1)$ nach $U(0)$ eine NAND-Funktion).

[0028] Durch geeignete Variation der Koerzitivfeldstärke H_c der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements 2 kann somit die Logikschaltung 1 in ihrer Funktion definiert werden. Das Verhältnis der Koerzitivfeldstärke zur Höhe des über einen der Eingänge A oder B anlegbaren Signalstroms bzw. dem hierüber erzeugbaren Magnetfeld definiert also die Funktion.

[0029] Die Erfindung macht sich nun den Umstand zu Nutze, dass mittels eines senkrecht zur leichten magnetischen Richtung der weichmagnetischen Schicht, die eine uniaxiale magnetische Anisotropie aufweist, und deren Schaltverhalten durch eine sogenannte Asteroid-Kurve charakterisiert wird, die Koerzitivfeldstärke betragsmäßig verkleinert werden kann. Material, Geometrie und Dimensionen der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements 2 sind so gewählt, dass das Element ein Asteroid-Schaltverhalten zeigt und die Koerzitivfeldstärke in der leichten magnetischen Richtung durch ein externes Magnetfeld verringert werden kann. Zu diesem Zweck ist ein weiterer Leiter 4 vorgesehen, der oberhalb des magnetoresistiven Elements 2 und oberhalb des Leiters 3 und dazu isoliert ver-

läuft, und der ebenfalls über geeignete Zuleitungen mit einer Stromquelle 5 verbunden ist. Der Leiter 4 kann aber ebenso auch unterhalb des Elements 2, oder auch zwischen dem Element 2 und dem Leiter 3 angeordnet sein, solange Homogenität gewahrt ist. Wird nun dieser weitere Leiter 4 be-
 5 Stromt, so wird hierüber ein Magnetfeld erzeugt, das senkrecht zur Richtung der Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements 2 verläuft. Hierüber wird die Koerzitivfeldstärke verringert. Dies bedeutet gleichzeitig, dass aufgrund dieses zusätzlichen strominduzierten Magnetfelds auch die externe Feldstärke abnimmt, die zum Ummagnetisieren erforderlich ist. Wird also bei Bestromung des weiteren Leiters 4 mit einem Strom I_p ein senkrecht stehendes Magnetfeld H_p erzeugt, so kann die logische Funktion der Logikschaltungsanordnung 1 von einer AND- in eine OR-Funktion durch das externe Magnetfeld umprogrammiert werden, gleichermaßen ist eine Umprogrammierung von einer NAND- in eine NOR-Funktion möglich, je nach Definition der Ein- und Ausgänge.

[0030] Im Strom-Spannungs-Verlauf äußert sich dies dadurch, dass – siehe idealisiert in Fig. 2 – die Hysteresekurve schmaler wird. Die ausgezogene idealisierte Schaltkurve erhält man, wenn $I_p = 0$ gegeben ist. Wird ein Strom $I_p = I'$ über den weiteren Leiter 4 geführt, so nimmt der erforderliche Umschaltstrom ab, wie durch die gestrichelte Linie angegeben ist. Ist bei der ausgezogenen Kurve noch die Summe beider an den Eingängen A und B anliegenden Signale erforderlich (AND-Funktion), so ist gemäß der gestrichelten Linie nur noch ein an einem der Eingänge A oder B anliegendes Signal zum Umschalten vonnöten.

[0031] Die Information, ob der weitere Leiter 4 bestromt und damit ein Magnetfeld H_p angelegt werden soll oder nicht, wird über ein Schalt- oder Steuerelement 6, im gezeigten Beispiel eine M-RAM-Speicherzelle 7, vorgegeben. Ein Verstärkerelement 8 dient zur Signalverstärkung, um einen oder mehrere Logikeingänge anderer Logikfunktionen ansteuern zu können.

[0032] Nachfolgend wird ein Beispiel gegeben, wie die logischen Ein- und Ausgänge definiert werden können, um NAND-Funktion zu definieren:

Die logischen Eingänge sind definiert:

logische "1": $I(1) = I^*$

logische "0": $I(0) = -0.5I^*$

Die logischen Ausgänge sind definiert:

logische "1": $U(1) = U_1$

logische "0": $U(0) = U_0$.

[0033] Bevor eine logische Funktion ausgeführt wird ist das magnetoresistive Element 2 in einen definierten Ausgangszustand zu bringen, wobei in diesem Ausführungsbeispiel an beide Eingänge eine logische 0 angelegt wird (reset-Funktion). Es liegt also an beiden Eingängen ein Strom $I(0) = -0.5I^*$ an. Gemäß obiger Definition und dem bezüglich Fig. 2 beschriebenen Astroid-Schaltverhalten folgt, dass bei $I_p = 0$ eine NAND-Funktion vorliegt, bei $I_p = I'$ liegt eine NOR-Funktion vor.

[0034] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Logikschaltung 9. Diese entspricht insoweit der Logikschaltung gemäß Fig. 1, jedoch ist hier ein zweites magnetoresistives Referenz-Element 2' vorgesehen, oberhalb welchem ebenfalls elektrisch isoliert ein Leiter 3 verläuft, so dass auch dieses Referenz-Element 2' mit einem Magnetfeld geschaltet wird wie das eigentliche Messelement 2. Über das magnetoresistive Referenz-Element 2', bei dem ebenfalls ein konstanter Strom $I(0)$ anliegt, wird gleichermaßen eine Referenzspannung U_R abgegriffen, die im Idealfall im Bereich $U_{\max} \leq U_R \leq U_{\min}$ liegt, wobei U_{\max} , U_{\min} der maximale bzw. minimale Spannungsabfall am Element 2 bei Strom $I(0)$ ist.

[0035] Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Erfindung eine feldprogrammierbare Logikschaltungsanordnung angibt, die wesentlich weniger Elemente benötigt und mit-
 5 hin auf einer geringeren Fläche auf einem Wafer aufgebaut werden kann, weiter kann sie auf einfache Weise jederzeit in ihrer Funktion umgeschaltet werden. Das Umschalten findet in einem Rotationsprozess statt, der eine schnellere Signalverarbeitung erlaubt.

Patentansprüche

1. Logikschaltungsanordnung, mit mindestens einem magnetoresistiven Element, dem ein Leiter mit mindestens zwei Signalanschlüssen zugeordnet ist, mittels dem im stromdurchflossenen Zustand ein auf das magnetoresistive Element einwirkendes Magnetfeld erzeugbar ist, mittels dem die Magnetisierung einer weichmagnetischen Schicht des magnetoresistiven Elements umschaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zum bedarfsabhängigen Erzeugen eines im Wesentlichen senkrecht zur Magnetisierung der weichmagnetischen Schicht stehenden weiteren Magnetfelds (H_p) vorgesehen sind.
2. Logikschaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel mindestens einen bestrombaren weiteren Leiter (4) umfassen.
3. Logikschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Leiter (4) derart bemessen und angeordnet ist, dass das von ihm erzeugbare Magnetfeld im Wesentlichen homogen auf das magnetoresistive Element (2) einwirkt.
4. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einem oder mehreren magnetoresistiven Elementen (2) ein magnetoresistives Referenz-Element (2') mit eigenem zugeordnetem Mittel zugeordnet ist.
5. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass den Mitteln ein Schalt- oder Steuerelement (6) zugeordnet ist, über das die Erzeugung des weiteren Magnetfelds (H_p) steuerbar ist.
6. Logikschaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Schalt- oder Steuerelement mit nicht flüchtig gespeicherter Steuerelementinformation ist.
7. Logikschaltungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Schalt- oder Steuerelement (6) eine MRAM-Speicherzelle (7) ist.
8. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Erzeugen eines niedrigen Bias-Magnetfelds, das im Wesentlichen kontinuierlich auf das magnetoresistive Element wirkt, und eines höheren Magnetfelds ausgebildet sind.
9. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einem magnetoresistiven Element (2, 2') ein Verstärkerelement (8) zugeordnet ist.
10. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vielzahl von arrayartig angeordneten magnetoresistiven Elementen (2) und gegebenenfalls Referenz-Elementen (2') mit zugeordneten Leitern (3) und weiteren Leitern (4) und gegebenenfalls Verstärkerelementen (8) aufweist.
11. Logikschaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das magnetoresistive Element (2) bzw. Referenz-Element (2')

ment (2') ein GMR- oder ein TMR-Element ist.

12. Logikschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel mehrere weitere, dem magnetoresistiven Element (2) zugeordnete, über- und/oder nebeneinander liegende und elektrisch voneinander isolierte Leiter umfassen. 5

13. Logikschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als weitere Leiter die Stromleitungen des magnetoresistiven Elements dienen. 10

14. Logikschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die hartmagnetische Referenzschicht eines magnetoresistiven Elements über das bei Bestromung des Leiters mit den Signalanschlüssen erzeugbare Feld im Bedarfsfall ummagnetisierbar ist. 15

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

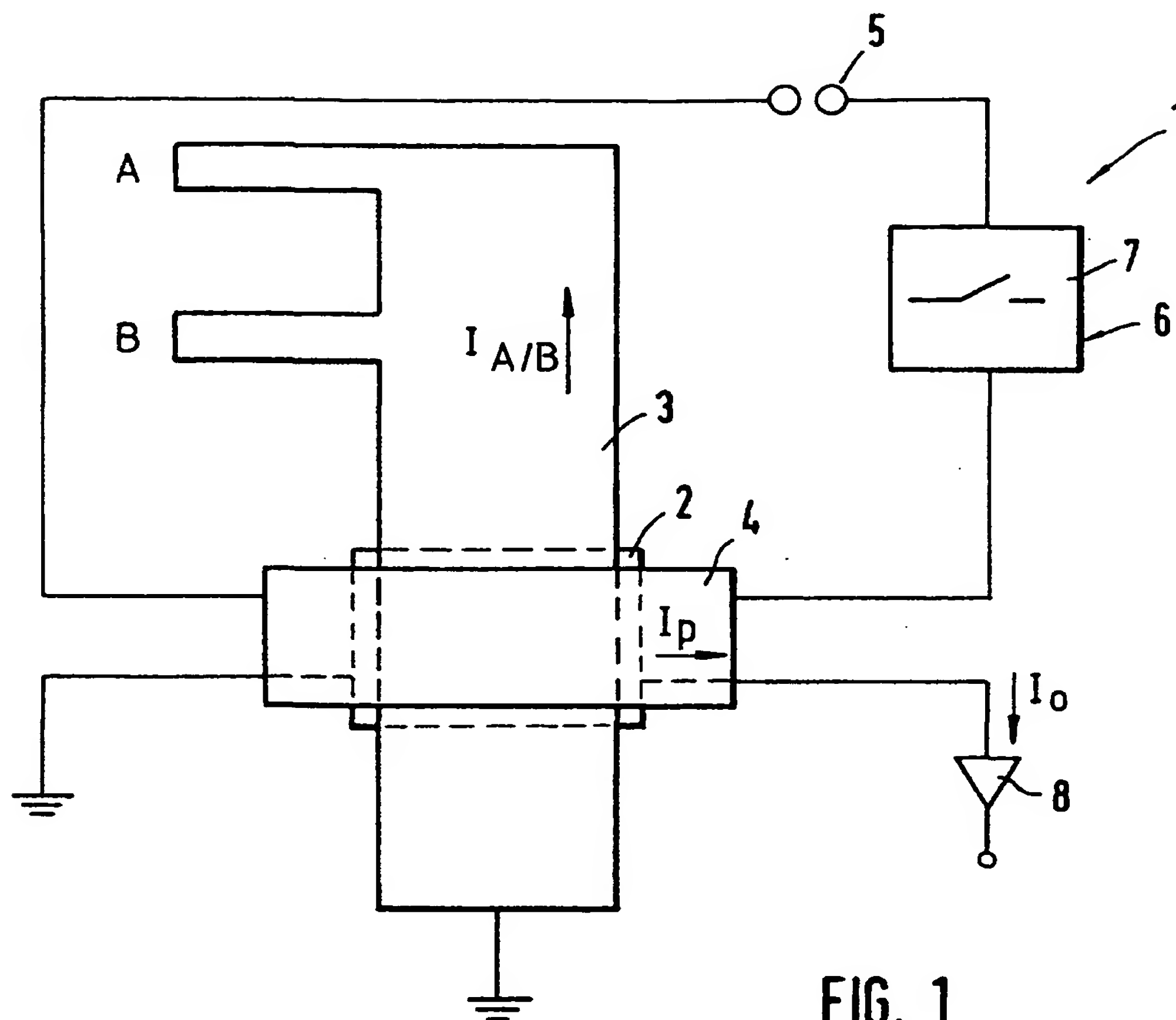


FIG. 1

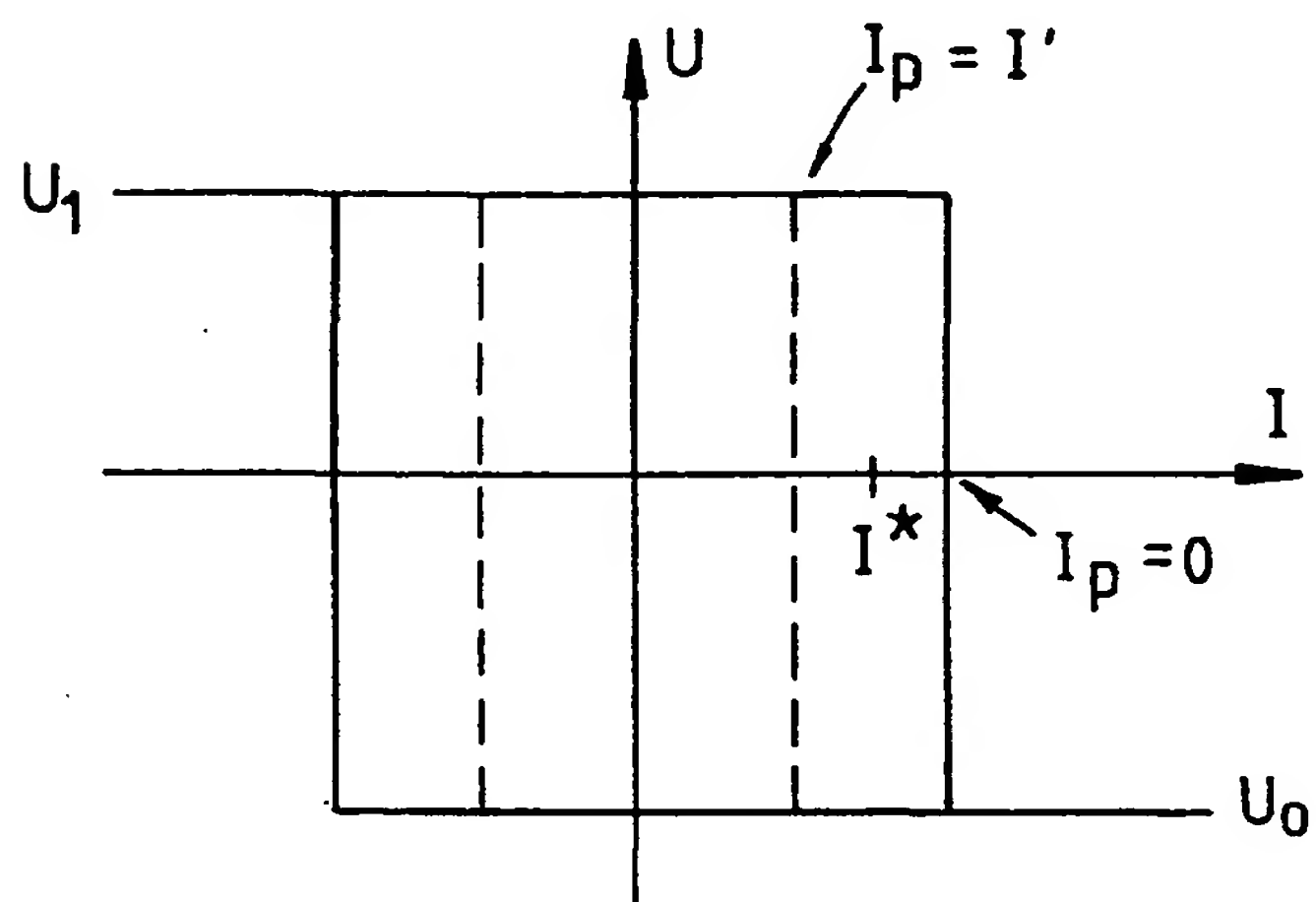


FIG. 2

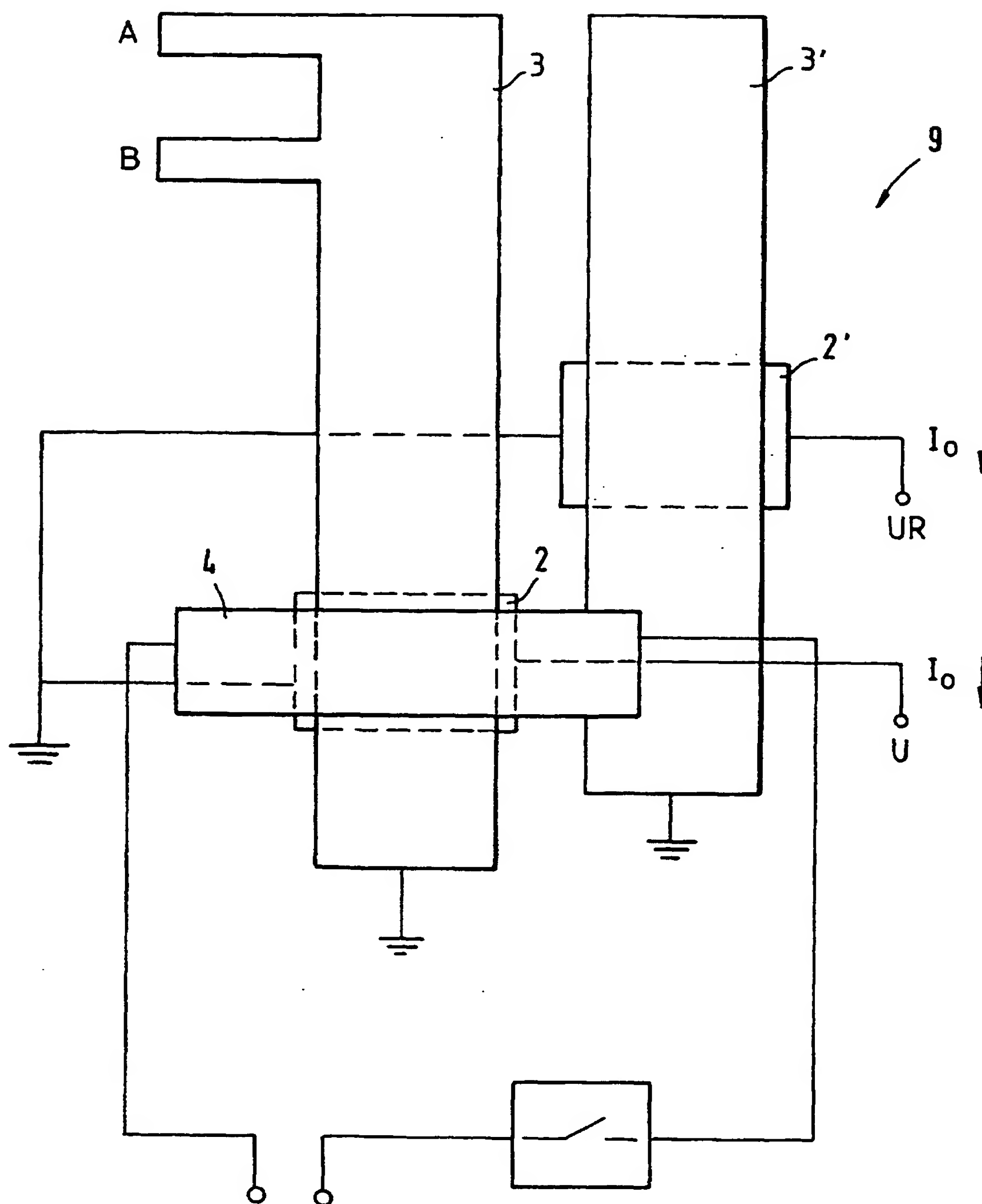


FIG. 3